



發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：095122542

※ 申請日期：95 年 6 月 22 日

※IPC 分類：G01N 21/63 (2006.01)
G01J 3/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

晶圓或其他工作表面下污染物及缺陷非接觸測量之差分波長光致發光 /Differential Wavelength Photoluminescence for Non-Contact Measuring of Contaminants and Defects Located Below The Surface of A Wafer or Other Workpiece

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商奈米度量股份有限公司/Nanometrics Incorporated

代表人：(中文/英文) 蓋瑞·史恰佛/Gary C. Schaefer

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州 95035 米爾皮塔斯七葉樹道 1550 號/1550 Buckeye Drive,
Milpitas, California 95035, U.S.A.

國籍：(中文/英文) 美國/US

三、發明人：(共 5 人)

1. 姓名：(中文/英文) 尼可拉斯·勞倫特/Nicolas LAURENT
國籍：(中文/英文) 法國/FR
2. 姓名：(中文/英文) 安德雷·布茨考斯基/Andrzej BUCZKOWSKI
國籍：(中文/英文) 美國/US
3. 姓名：(中文/英文) 史帝夫·胡梅爾/Steve HUMMEL
國籍：(中文/英文) 美國/US
4. 姓名：(中文/英文) 湯姆·瓦克爾/Tom WALKER
國籍：(中文/英文) 美國/US
5. 姓名：(中文/英文) 艾密特·夏伽夫/Amit SHACHAF
國籍：(中文/英文) 以色列/IL

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國 US；2005/07/06；60/697,055
- 2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一種使用光致發光以辨識樣本次表面區域中缺陷之方法，其包含執行樣本之第一探測。以該第一探測為基礎，產生第一資料組，其標示主要位於樣本表面層中之缺陷。以第二探測為基礎，產生第二資料組，其標示位於樣本表面層及次表面區域中之缺陷。從第二資料組扣除第一資料組以產生一第三資料組，該第三資料組標示主要位於樣本次表面區域中之缺陷。於該扣除之前，選擇性地將第一資料組與該第二資料組進行常態化。第一及第二探測可有利地分別使用具有彼此不同波長之第一雷射及第二雷射來執行。

六、英文發明摘要：

A method for using photoluminescence to identify defects in a sub-surface region of a sample includes performing a first probe of the sample. A first data set, based on the first probe, is produced indicating defects located primarily in a surface layer of the sample. A second data set, based on a second probe, is produced indicating defects located in both the surface layer and a sub-surface region of the sample. The first data set is subtracted from the second data set to produce a third data set indicating defects located primarily in the sub-surface region of the sample. The first data set may optionally be normalized relative to the second data set before performing the subtraction. The first and second probes may advantageously be performed using a first laser and a second laser, respectively, having different wavelengths from each other.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10' 光譜影像系統

12 光源

14 入射雷射束

15 表面層

16 晶圓

17 成批區域

18 反射光

20 偵測器

25 分光器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

優先權聲明

此申請案申請在此被併入參考之 2005 年 7 月 6 日提出申請之美國臨時申請案第 60/697,055 號之權益。

發明所屬之技術領域

光致發光影像或光致發光光譜學係為探測如矽半導體晶圓之物質及其他工件及物質之電子結構之非接觸，非破壞性方法。典型光致發光處理中，光係被引導於晶圓或其他工件或樣本(在此被共同稱為”晶圓”)上，而某些光係被吸收。該被吸收光係經由”光激發”處理給予該物質超額能量。此超額能量係被晶圓藉由發光或光致發光來消散。此光致發光強度及頻譜內容係直接有關晶圓之各種物質特性。

光致發光影像處理可被使用以所產生之光致發光影像中之空間變異為基礎辨識及量化晶圓中出現之缺陷及污染物。如在此被併入參考之國際申請案號 PCT/GB97/02388(出版號 WO 98/11425)說明之一光致發光影像處理，係涉及以一個或更多變化激發波長之雷射探測晶圓表面及/或次表面成批區域。給定波長雷射係被導入晶圓並穿透該晶圓至一給定深度。從晶圓發射之反射光係藉由偵測系統偵測及量化。包含晶圓中缺陷及污染物之空間影像之被測量反射光影像接著藉由該偵測系統或相關影像產生系統被產生。

雖然這些影像可有效辨識晶圓中之缺陷及污染物，但其有時會因晶圓表面層或外延層之不規則而失真。例如，

晶圓表面變異可能藉由或懸吊晶圓及施加移動氣體於晶圓表面上之白努利(Bernoulli)旗棒或類似裝置而產生。因這些表面變異所產生之失真影像係很難或不可能精確辨識及量化晶圓次表面成批區域中之缺陷及污染物。因此，為了獲得晶圓成批區域中之缺陷及污染物精確測量，晶圓表面層變異所產生之光致發光影像失真必須被實質降低或消除。

發明內容

使用光致發光辨識晶圓次表面區域中之缺陷之方法及裝置。第一資料組係被產生標示主要位於樣本表面層中之缺陷。第二資料組係被產生標示位於樣本表面層及次表面區域中之缺陷。第一資料組接著從第二資料組被扣除來產生標示主要位於樣本次表面區域中之缺陷之第三資料組。第一資料組可於該扣除步驟被執行之前被選擇性對該第二資料組進行常態化。

第一及第二資料組可藉由分別使用第一及第二雷射執行第一及第二探測而被有利地產生。第二雷射可具有大於第一雷射之波長，或第一雷射可具有大於第二雷射之波長。

本發明其他特性及優點此後將呈現。上述本發明特性係可單獨或一起被使用，或其一或更多各種組合。本發明亦存在於說明特性子組合中。再者，在此說明之許多方法步驟係可以不同於被明確說明之順序來執行。

實施方式

本發明各實施例現在將被說明。以下說明係提供這些實施例特定細節之透徹了解。然而，熟練技術人士將了解

本發明不需許多這些細節即可被實施。另外，某些熟知結構或功能不可被詳細顯示或說明以避免非必要地妨礙各實施例相關說明。

即使被與本發明特定實施例詳細說明一起被使用，以下說明所使用之名詞亦可預期以其最廣泛合理方式被解釋。預期被以任何受限方式解釋之任何名詞係明顯地及明確地被如此定義於此詳細說明段落中。

第一簡述光致發光光譜或影像系統 10 之一配置基本組件。光譜影像系統 10 係包含一光源 12，如雷射二極體或其他發光二極體(LED)或裝置。光源 12 可產生直接或經由一個或更多光學組件反射朝向一晶圓 16 或其他樣本之照明或入射雷射束 14 或其他光束(如紫外光束)。在此被使用之”晶圓”名詞係包含光致發光影像可被執行其上之任何樣本。在此被使用之”雷射束”名詞係包含適用於激發晶圓中一個或更多物質層之任何光束。

晶圓 16 可為一矽半導體晶圓或其他微電子，微電子機械，或光電子基板或其他樣本。晶圓 16 可包含被生長，敷設或放置於晶圓 16 之一基板區域或其他成批區域 17 上之一個或更多外延層或其他表面層 15。例如，晶圓 16 可包含矽(Si)之成批區域 17 及鍺化矽(SiGe)之表面層 15。晶圓 16 可包含具有任何數量物質及/或組成之任何數量層。

入射雷射束 14 係穿透晶圓 16 至一給定深度，其實質上為入射雷射束 14 波長之一函數。至少一部份入射雷射束 14 被晶圓 16 吸收，而被發射自晶圓 16 之反射光 18(對應該

被吸收入射雷射束 14)接著被如電荷耦合裝置(CCD)陣列或其他適當偵測系統之偵測器 20 偵測。微處理器，電腦，或其他處理系統係較佳被包含於或被連接至偵測器 20 或被與其連結來處理被偵測器 20 偵測之反射光 18 資料。

第 2 圖說明包含可反射入射雷射束 14 朝向晶圓 16 及傳送反射光 18 朝向偵測器 20 之一分光器 25 之光致發光影像系統 10' 替代配置。一個或更多附加分光器 25 或其他光學元件或鏡係可被包含於光譜影像系統 10 或 10' 中來達成系統預期尺寸或配置，及/或選擇，聚焦，收集及/或引導入射雷射束 14 及/或遍及該系統之反射光。

光致發光影像系統 10 或 10' 進一步包含可執行光致發光影像或光譜於晶圓 16 上之任何數量附加或替代組件。例如，光致發光影像系統 10 可包含具有多雷射源之一影像顯微鏡，可視覺上顯示光致發光影像資料之一顯示幕，可支援晶圓 16 之一晶圓支架，可過濾入射或反射光之一個或更多濾波器及任何其他適當組件。

光致發光影像系統詳細例係被說明於國際申請案號 PCT/GB97/02388 中。為了容易說明，參考數字"10"可被使用遍及此說明剩餘者來辨識適當光致發光影像系統。然而，應了解如第 2 圖示之系統 10' 或國際申請案號 PCT/GB97/02388 中說明之詳細系統之任何系統配置均可被用來執行以下說明之光致發光影像處理。

使用光致發光影像處理被製造之晶圓次表面或成批區域之影像通常因晶圓中表面層變異而失真或模糊。實質降

低或消除此失真使得晶圓成批或次表面區域中之缺陷可被輕易辨識及量化之方法現在將被說明。在此被使用之”缺陷”名詞係包含任何污染物，瑕疵，中斷，雜質，變異及/或晶圓狀態相關度量之其他不規則。

晶圓 16 首先被載入光致發光影像系統 10 且被固定至晶圓支架或其他支架。視系統配置而定，一個或更多晶圓 16 可被載入光致發光影像系統 10 來處理。為便於說明，單晶圓 16 之影像處理在此將被說明。

具有第一波長之第一雷射係被導向晶圓 16。第一雷射波長係被較佳選擇使該第一雷射穿透晶圓 16 至實質等於或些微大於晶圓 16 之表面層 15 或外延層厚度之一深度。例如，具有約 532 奈米波長之綠色雷射係可被用來穿透典型矽半導體晶圓之表面層 15。此以第一雷射穿透表面層 15 而不穿透晶圓 16 之成批或次表面區域 17 實質部分之處理在此係被稱為表面探測。

來自表面探測之反射光係被偵測器 20 偵測，且被微處理器或類似裝置處理來產生強度值或對應被主要放置於晶圓 16 之表面層區域 15 中之缺陷之缺陷資料。在此被使用之”主要”名詞意指支配或全部地。此表面層缺陷資料可選擇性被轉換為標示晶圓 16 之表面層中之缺陷位置及數量。此視覺影像可被顯示於監視器或其他適當顯示幕上，及/或經由印表機或類似裝置被以硬式拷貝型式印出。表面層缺陷資料接著被儲存或保留供稍後使用。

一旦表面探測完成，則具有第二波長之第二雷射係被

導向晶圓 16。第二雷射波長係被較佳選擇使該第二雷射穿透晶圓 16 至實質等於晶圓 16 總厚度之一深度。例如，具有約 827 奈米波長之紅色雷射係可被用來至少部分穿透典型矽半導體晶圓之成批區域 17。結果，此成批探測或次表面探測產生對應晶圓 16 之表面層 15 或成批或次表面區域 17 之缺陷資料。

當然，第二雷射波長可被選擇使該第二雷射不完全穿透晶圓 16 之成批區域 17，或其不穿透晶圓 16 中之一給定深度以上。例如，此可被達成於缺陷測量並非預期或被要求低於晶圓 16 之成批區域 17 內之一給定深度以下。

通常，第一及第二雷射可為穿透晶圓 16 至一預期深度之任何適當波長。例如，若給定晶圓 16 之表面層 15 較 532 奈米(綠色)雷射穿透之深度為厚，則具有 532 奈米波長以上之雷射係可被用來穿透整個表面層 15(或實質穿透所有表面層 15)。因此，第一及第二雷射可為適用於穿透晶圓至給定應用所需深度之任何波長。再者，替代實施例中，成批探測可於表面探測之前被執行，或成批探測及表面探測可被同時執行。

來自成批探測之反射光係被偵測器 20 偵測，且被微處理器或類似裝置處理來產生強度值或對應被主要放置於晶圓 16 之成批區域 17 及表面層區域 15 中之缺陷之缺陷資料。此表面層缺陷資料可選擇性被轉換為標示晶圓 16 之成批區域 17 及表面層區域 15 中之缺陷位置及數量。此視覺影像可被顯示於監視器或其他適當顯示幕上，及/或經由印

表機或類似裝置被以硬式拷貝型式印出。然而，如上述，該影像可能因晶圓 16 之表面層 15 變異而失真或模糊。因此，影像不能有效傳送晶圓 16，特別是晶圓 16 之成批區域中出現之缺陷位置及/或數量。

一實施例中，一旦獲得表面探測及成批探測結果，則表面探測所獲得之強度值或缺陷資料點係被數學扣除自成批探測所獲得之強度值或缺陷資料點。也就是說，表面探測及成批探測共用之強度值或缺陷資料點(也就是對應晶圓 16 之表面層 15 主要缺陷之強度值或缺陷資料點)係從成批探測資料被數學移除來產生一新資料組。此扣除或移除處理係可經由軟體程式或任何其他適當程式或處理器比較來自表面探測及成批探測之資料點，並扣除或移除兩探測共用之資料點。

藉由移除對應不平表面層 15 之缺陷資料，主要對應晶圓 16 之成批區域 17 中之缺陷之該新資料組係不再因先前覆蓋表面層缺陷資料而失真。於是，晶圓 16 之成批區域 17 中出現之缺陷位置及密度實質較清楚影像係可使用該新資料組被產生。這些成批區域缺陷視覺影像係可使用與偵測器 20 及/或其他系統元件連結之影像產生裝置被產生。視覺影像可被顯示於監視器或其他適當顯示幕上，及/或經由印表機或類似裝置被以硬式拷貝型式印出。

另一實施例中，表面探測資料及成批探測資料係於扣除處理被執行之前被彼此進行常態化來增強缺陷影像並使其更可輕易地數學處理。該進行常態化處理可包含調整表

面及成批探測所產生之影像之一或兩者對比及/或亮度，使其具有相同或實質相同相對強度。該進行常態化處理係可藉由相同或不同於執行扣除處理之程式或處理器之軟體程式或其他適當程式或處理器。

該進行常態化處理可替代或另外包含標繪來自表面探測之資料點對來自成批探測之資料點及移除任何數學外在資料點，因而產生可更輕易數學處理之影像。例如，相同或不同於執行扣除處理之程式或處理器之軟體程式或其他適當程式或處理器，係可曲線擬合線其各資料點並接著移除位於預定容限或與該線之距離之外之任何外在資料點。

藉由執行扣除處理之前將表面探測資料相對成批探測資料進行常態化，係可獲得對應主要位於晶圓 16 之成批區域 17 中之缺陷資料之更清楚，更精確新資料組。進行常態化成批探測及表面探測資料及/或彼此相對對應影像之任何其他適當方法係可另外或替代被使用。

上述光致發光影像處理亦可被執行於具有兩個以上層之晶圓上。該例中，相同或類似處理係可被執行，其中具有第一波長之第一雷射係被穿透至約將被測量之層上區域處之第一深度，而具有第二波長之第二雷射係被穿透至約將被測量之層下區域處之第二深度。上述進行常態化及扣除處理(此例中從第二測量扣除第一測量)接著可被施加來產生對應預期層之缺陷資料。

如國際申請案號 PCT/GB97/02388 中所說明之光致發光影像處理係可於約室溫下被執行。可替代是，任何光致

發光影像處理係可視給定應用需求而定於包含明顯較高或較低溫之高或低溫下被執行。

任何適當裝置及組件均可被用來執行在此說明之光致發光處理。例如，如一個或更多雷射二極體或發光二極體或其他適當發光裝置之各種裝置均可被用來產生不同激發波長之雷射。如電荷耦合裝置陣列，分光計或其他適當偵測系統或裝置之可偵測晶圓發出之反射光之任何適當裝置亦可被使用。可以該被偵測反射光為基礎產生缺陷資料之裝置係可包含一軟體程式或其他程式或處理器，其可被包含於光致發光影像系統中之偵測器及/或其他元件中或與其連結。該程式或處理器亦可為可執行上述扣除及/可選擇常態化處理之一裝置。可替代是，一個或更多獨立程式或處理器可被用來執行一個或更多這些處理。

因此，雖然若干實施例已被顯示及說明，但只要不背離本發明精神及範圍均可做各種改變及替代。例如，在此說明之許多方法步驟係可以明確說明之不同順序做說明。例如，上述任何實施例中，成批或次表面探測係可於表面探測之前被執行。因此，除了以下申請專利範圍及其同等物之外，本發明不應被限制。

【圖式簡單說明】

圖中，其中相同參考數字係標示各圖中相同元件：

第 1 圖為說明光致發光影像系統基本組件之一配置簡圖。

第 2 圖為說明光致發光影像系統基本組件之另一配置簡圖。

【主要元件符號說明】

10、10'	光譜影像系統
12	光源
14	入射雷射束
15	表面層
16	晶圓
17	成批區域
18	反射光
20	偵測器
25	分光器

十、申請專利範圍：

1. 一種使用光致發光之方法，包含：
產生主要位置於一樣本表面層中的一第一資料組缺陷特性；
產生位置於該樣本之，該表面層及一次表面區域中的一第二資料組缺陷特性；及
從該第二資料組扣除該第一資料組以產生一第三資料組，第三資料組標示主要位於置該樣本之該次表面區域中之缺陷。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包含於執行該扣除之前將該第一及第二資料組彼此常態化。
3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中常態化係包含對分別與該第一及第二資料組對應的一第一及第二影像至少其中之一之對比及亮度的至少其中進行調整之一。
4. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中常態化係包含從該第一及第二資料組至少其中之一刪除外在資料點。
5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中所用來產生該第一資料組之一第一雷射係具有約 532 奈米的一波長，而所用來產生該第二資料組之一第二雷射係具有約 827 奈米的一波長。
6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包含於執行該扣除之前，將該第一資料組轉換為顯示該樣本之該表面層中缺陷之一第一影像，及將該第二資料組轉換為

顯示該樣本之該表面層及該次表面區域中缺陷之一第二影像。

7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包含將該第三資料組轉換為顯示主要位於該樣本次表面區域中缺陷之一影像。
8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中產生一第一資料組係包含使用一，第一雷射執行該樣本的一第一探測該第一雷射具有一第一波長，且其中產生一第二資料組係包含使用一第二雷射執行該樣本的一第二探測，該第二雷射具有一第二波長。
9. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中該第一及第二探測係同時執行。
10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中扣除係包含從該第二資料組移除該第一及第二資料組共用之資料點以產生該第三資料組。
11. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該扣除係藉由一軟體程式或一處理器來執行。
12. 一種用以辨識一樣本中之缺陷之方法，包含：

將一第一雷射引導至該樣本中之一第一深度；

產生與發射自該樣本之第一反射光對應之一第一缺陷資料；

將一第二雷射引導至該樣本中大於該第一深度之一第二深度；

產生與發射自該樣本之第二反射光對應之一第

二缺陷資料；及

從該第二缺陷資料扣除該第一缺陷資料來獲得一第三缺陷資料，該第三圈限資料與位於較該第一深度為深之該樣本的一區域中之缺陷對應。

13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，進一步包含於執行該扣除之前將該第一及第二缺陷資料彼此進行常態化。
14. 如申請專利範圍第 13 項之方法，其中常態化係包含對分別與該第一及第二缺陷資料對應的一第一及第二影像至少其中之一之對比及亮度的至少其中之一進行調整。
15. 如申請專利範圍第 13 項之方法，其中常態化係包含從該第一及第二缺陷資料至少其中之一刪除外在資料點。
16. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該第一及第二雷射係被同時導乖樣本。
17. 一種使用光致發光以辨識一樣本次表面區域或成批區域中之缺陷之方法，包含：

以一第一雷射執行一表面探測來產生一第一缺陷資料；

以一第二雷射執行一成批探測來產生一第二缺陷資料；

將該第一缺陷資料進行常態化該第二缺陷資料以產生經常態化的第一缺陷資料及經常態化的第二缺陷資料；及

計算該經常態化的第二缺陷資料及該經常態化的第一缺陷資料間的一差異，以產生與主要位於該樣本成批區域中之缺陷對應的一第三缺陷資料。

18. 如申請專利範圍第 17 項之方法，其中常態化包含修正該第一及第二缺陷資料其中之一或兩者。
19. 如申請專利範圍第 17 項之方法，其中常態化係包含對分別與該第一及第二缺陷資料對應的一第一及第二影像至少其中之一之對比及亮度的至少其中之一進行調整。
20. 如申請專利範圍第 17 項之方法，其中常態化係包含從該第一及第二缺陷資料至少其中之一刪除外在資料點。
21. 如申請專利範圍第 20 項之方法，其中刪除外在資料點係包含：
 - 將該第一缺陷資料對該第二缺陷資料進行標繪；
 - 分別將第一及第二線與所標繪的第一缺陷資料及第二缺陷資料進行曲線擬合；及
 - 將位於距該第一及第二線移除一預定容限或距離以下的資料點移除。
22. 如申請專利範圍第 17 項之方法，其中計算一差異係包含從該第二缺陷資料移除該經常態化的第一及第二缺陷資料所共用之資料點，以產生該第三缺陷資料。
23. 如申請專利範圍第 17 項之方法，其中該成批探測及該

表面探測係同時執行。

24. 一種光致發光影像裝置，包含：

一用於產生位於一樣本第一區域中之缺陷之第一資料特性之裝置；

一用於產生位於一樣本之該第一區域及一第二區域中之缺陷之第二資料特性之裝置；及

一用於從該第二資料扣除該第一資料以獲得主要位於該第二區域中之缺陷之第三資料特性的裝置。

25. 如申請專利範圍第 24 項之裝置，進一步包含一用於將該第一資料對第二資料常態化之裝置。

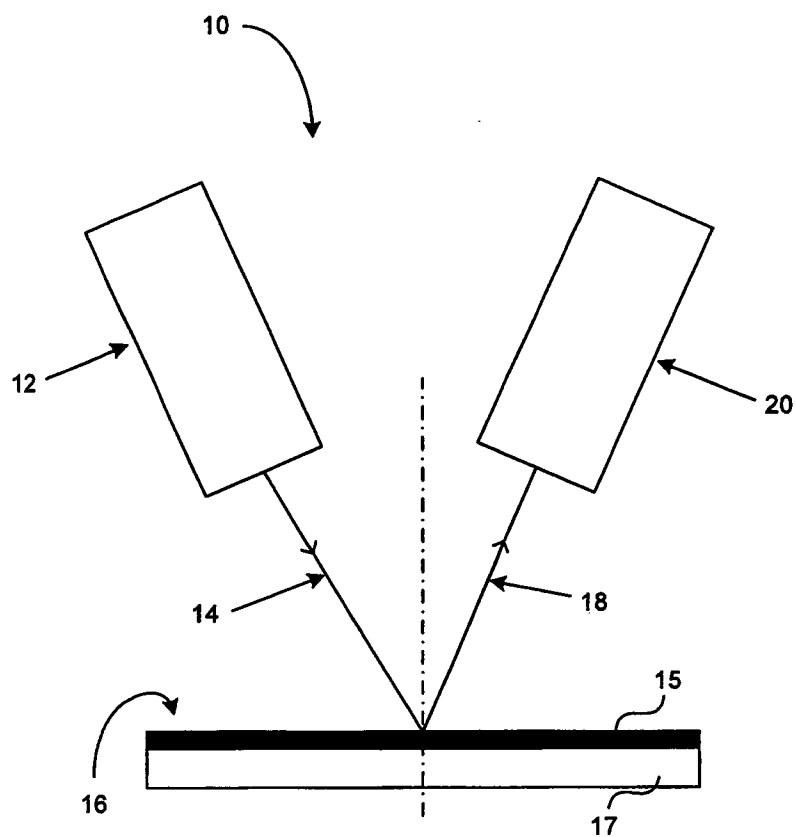
26. 如申請專利範圍第 24 項之裝置，進一步包含：

一用於產生具有一第一波長以穿透該樣本至該第一區域較低深度之一第一雷射之裝置；

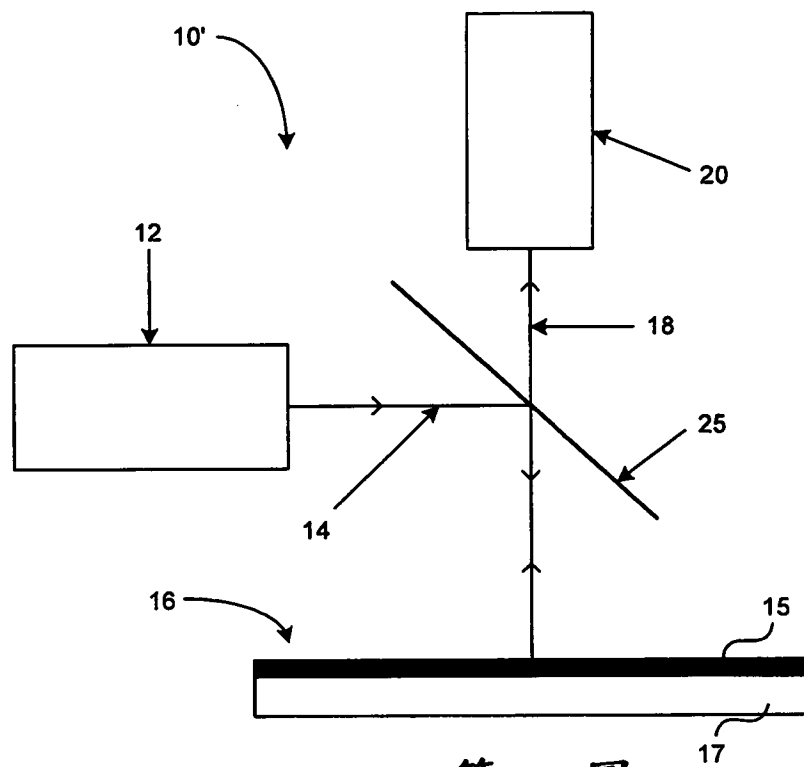
一用於產生具有一大於該第一波長之第二波長以穿透該樣本至該第二區域較低深度之一第二雷射之裝置；及

一用於對應該第一及第二雷射以偵測從該樣本所發射之反射光之裝置。

十一、圖式：



第 1 圖



第 2 圖